

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—69137

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 16 F 15/26  
F 02 B 77/00

識別記号

庁内整理番号  
6581—3 J  
6669—3 G

④ 公開 昭和57年(1982)4月27日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 4 頁)

④ 4 気筒エンジンのバランサ装置

② 特 願 昭55—146087  
② 出 願 昭55(1980)10月17日  
② 発 明 者 島田和男  
明石市川崎町 1 — 1 川崎重工業

株式会社明石工場内  
⑦ 出 願 人 川崎重工業株式会社  
神戸市生田区東川崎町 2 丁目14  
番地  
⑦ 代 理 人 弁理士 大森忠孝

明 細 書

1. 発明の名称

4 気筒エンジンのバランサ装置

2. 特許請求の範囲

クランクピン配列が第 1 気筒 0°、第 2 気筒 90°、第 3 気筒 270°、第 4 気筒 180° のクランク軸に対し、等速逆転の 1 本のバランサ軸をクランク軸と平行に設け、バランサ軸上に第 1、第 2 気筒用と第 3、第 4 気筒用の 2 個のバランサウエイトを設けたことを特徴とする 4 気筒エンジンのバランサ装置

3. 発明の詳細な説明

本発明は変形列型 4 気筒エンジンのバランサ装置に関するもので、1 次及び 2 次の慣性力及び慣性偶力を完全に 0 にすることを目的としている。

従来広く採用されている 4 気筒 4 サイクルエンジンのクランクピン配列は第 1、第 4 気筒 0°、第 2、第 3 気筒 180° であり、このような 4 気筒では、1 次の慣性力及び慣性偶力と、2 次の慣性偶力は 0 であるが、2 次の慣性力が残る。これを

消去しようとするれば、クランク軸の 2 倍の角速度で回転するバランサ軸を 1 対設ける必要があり、バランサ軸軸受の耐久性や機械騒音上種々の困難を伴う。しかもこのバランサは 1 対を互いに逆転させる必要があり、その駆動方法や機関に占めるスペースを確保することが困難である。更に、バランサ軸相互及びクランク軸に対する配位には一定の幾何学的条件を満たすものしか許されず、これを要えると余分の偶力等を生ずるため、設計の自由度が大幅に制限される。

本発明は特殊なクランクピン配列を採用することにより、クランク軸と等速逆転の 1 個のバランサを設けるのみで、実用上問題にされる 1 次及び 2 次の慣性力及び慣性偶力を完全に 0 にできるようにしたもので、クランクピン配列が第 1 気筒 0°、第 2 気筒 90°、第 3 気筒 270°、第 4 気筒 180° のクランク軸に対し、等速逆転の 1 本のバランサ軸をクランク軸と平行に設け、バランサ軸上に第 1、第 2 気筒用と第 3、第 4 気筒用の 2 個のバランサウエイトを設けたことを特徴としており、次

に図面により説明する。

第1図は本発明において新たに採用されるクランク軸の斜視図で、図中①、②、③、④は第1～第4気筒又は各気筒のクランクピン位置を示しており、クランクピン配列は第1気筒  $0^\circ$ 、第2気筒  $90^\circ$ 、第3気筒  $270^\circ$ 、第4気筒  $180^\circ$  であり、第1、第4気筒は同一平面内、第2、第3気筒は直角な別の同一平面内にある。第2図は第1図のZ軸矢視図である。

第3図は本発明を適用したエンジンのクランク軸10とバランス軸11の斜視図、第4図は第3図のZ軸矢視図で、図中、Oはクランク軸中心、 $O_B$ はバランス軸中心である。図中、 $2a$ は第1、第4気筒間の間隔(ピッチ)、 $2b$ は第2、第3気筒間の間隔(ピッチ)、 $d$ はクランク軸とバランス軸の左右間隔、 $e$ はクランク軸とバランス軸の上下間隔、 $\ell$ はコネクティングロッドの長さ、 $\omega$ は回転角速度、①'、②'はバランス軸11上のバランスウエイト、 $(\ell_1 + \ell_2)$ はバランスウエイト①'、②'間の間隔(ピッチ)を示している。

- 3 -

$$M = \frac{2 \cdot r \cdot \omega^2}{g} \begin{bmatrix} a(Wrot - Wrec) \cos \theta \\ -b(Wrot - Wrec) \sin \theta \\ bWrot \cos \theta + aWrot \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix} \dots (2)$$

従つて2次までの範囲では、1次の慣性偶力のみ残ることがわかる。さて次にこの機構に図3の如きバランスを設けクランク軸に対し等速かつ逆回転させる。図4は図2と同じくZ軸方向より見たものである。

このバランスの発生する偶力  $M_B$  は下記の様になる。ただし

$W_B$ : 重錘の重量

$R_B$ : 重錘の重心の回転軸からの距離

$$M_B = \frac{W_B \cdot R_B \cdot \omega^2}{g} \begin{bmatrix} -(\ell_1 + \ell_2) \cos(\theta + \varphi) \\ (\ell_1 + \ell_2) \sin(\theta + \varphi) \\ 0 \end{bmatrix} \dots (3)$$

よつて(1)と(2)の和が恒等的に0になるようにすれば、本機構から発生する振動を常に消去できるこ

第1図に示すクランク軸10を採用すると1次の慣性偶力のみが残り、これを消すためにクランク軸10と等速逆転の1本のバランス軸11(第3、第4図)を設ければ良くなる。そして図示の構造を採用すると、1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に0にできること及びその場合どのようなバランスウエイトを設ければ良いかは次に示す計算で明らかである。

$Wrec$ : 各気筒の往復運動部重量  
 $Wrot$ : 各気筒の回転運動部重量(クランクピン位置換算値でありピンの逆方向を向いてゐるとする)  
 $g$ : 重力加速度  
 $r$ : クランク半径  
 $\omega$ : クランク軸回転角速度( $\theta = \omega t$ ,  $t$ : 時間)

とすると、この機構全体の慣性力  $F$  及び慣性偶力  $M$  は次の様になる。

$$F = \frac{Wrec \cdot r \cdot \omega^2}{g} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dots (1)$$

- 4 -

とが分る。

$$\text{つまり } M + M_B \equiv 0 \dots (4)$$

先ず  $x$  軸まわりの偶力が0になるには

$$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \cos(\theta + \varphi) - 2 \cdot a \cdot r \cdot (Wrot - Wrec) \cos \theta + 2 \cdot b \cdot r \cdot (Wrot - Wrec) \sin \theta \equiv 0 \dots (5)$$

が必要である。(3)式中の  $\cos(\theta + \varphi)$  を展開し、

$\cos \theta$  及び  $\sin \theta$  に関してまとめると、

$$\{W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \cos \varphi - 2ar(Wrot - Wrec)\} \cos \theta - \{W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \sin \varphi - 2br(Wrot - Wrec)\} \sin \theta \equiv 0 \dots (6)$$

従つて  $\cos \theta$  及び  $\sin \theta$  の各係数が0であればよい。

$$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \cos \varphi - 2ar(Wrot - Wrec) = 0 \dots (7)$$

かつ

$$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \sin \varphi - 2br(Wrot - Wrec) = 0 \dots (8)$$

次に、 $y$  軸まわりの偶力が0になるには

$$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \sin(\theta + \varphi) + 2br \cdot Wrot \cos \theta + 2a \cdot r \cdot Wrot \sin \theta \equiv 0 \dots (9)$$

が必要であつて、前記と同様にして

$$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \sin \varphi + 2br \cdot Wrot = 0 \dots (10)$$

$W_B \cdot R_B \cdot (\ell_1 + \ell_2) \cos \varphi + 2a \cdot r \cdot W_{rot} = 0 \dots\dots\dots (11)$   
 が得られる。

よつて(7)(8)(10)(11)を連立させて解けば次の解が得られる。

$$W_{rot} = \frac{1}{2} W_{rec} \dots\dots\dots (12)$$

$$W_B \cdot R_B = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\ell_1 + \ell_2} \cdot W_{rec} \cdot r \dots\dots\dots (13)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left( \frac{-a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) = \sin^{-1} \left( \frac{-b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \dots\dots\dots (14)$$

従つて以上を要約すれば式(12)、(13)(14)を満たすべく、回転運動部重量、バランス重錘の重量と重心半径の積、及び位相角度をとれば、唯1本の1次バランスを設けることにより本発明クランク機構は実用上問題となる2次までの慣性力及び慣性偶力を完全に消去し得る。

本発明を採用した4サイクルエンジンの場合の爆発間隔は第5図に示す3種類があるが、点火が隣合わない意味において、2重丸を付したものの、即

ち爆発間隔が  $180^\circ$  と、 $180^\circ \pm 90^\circ$  を含むものが好ましい。

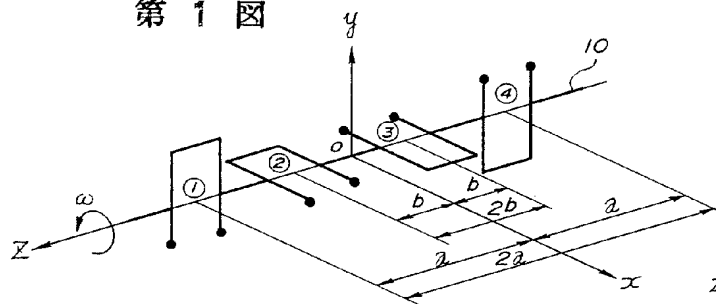
以上説明したように本発明によるとクランク軸と等速で逆転するバランスを1個設けるだけであるから、従来の2気筒におけるバランスの技術で済み、軸受寿命等の問題は解消する。又バランスは1個であるから、その占有スペースは小さくなり、更にクランク軸に対して配置上の制限はなく、設計上の自由度が極めて大きくなる。このように本発明によるとクランク軸と等速逆転のバランスを、ただ1個設けるのみで実用上問題にされる1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に0にできる利点を持つ。

#### 4. 図面の簡単な説明

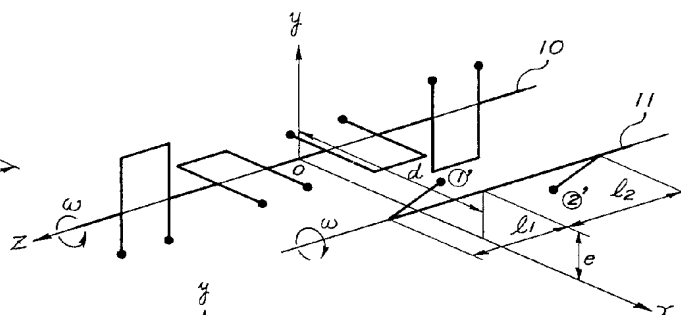
第1図は本発明に採用されるクランク軸の斜視図、第3図は本発明を適用したエンジンのクランク軸とバランス軸の斜視図、第2図は第1図のZ軸矢視図、第4図は第3図のZ軸矢視図、第5図は爆発間隔を示す図面である。10…クランク軸、11…バランス軸

- 7 -

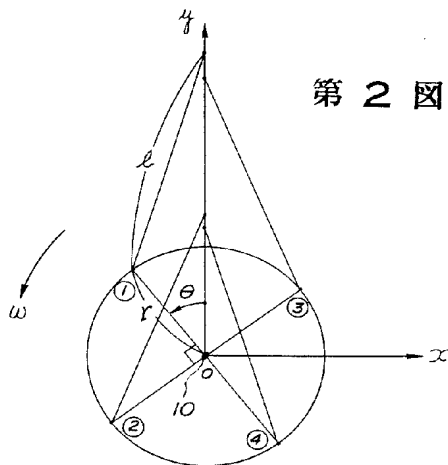
第1図



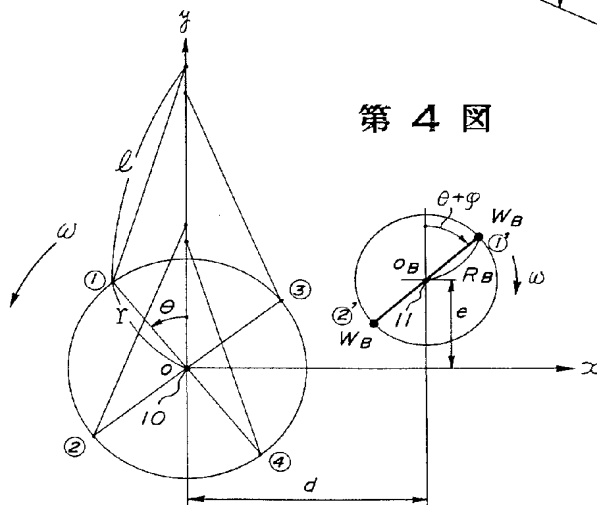
第3図



第2図



第4図



第 5 図

